Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 14, No. 2, December 2023, pp. 235-250
Original Research

پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱۴، شمارۀ ۲، نیمۀ دوم ۱۴۰۲، ص. ۲۵۰-۲۳۵
نوع مقاله: پژوهشی

Homepage: https://ijpr.um.ac.ir/

https://doi.org/10.22067/ijpr.2023.76756.1036

Potential Optimization of Soil-Applied Herbicides in Rainfed Chickpea (*Cicer arietinum* L.) through Incorporation via the Sowing System

Hossein Najafi[1*], Seyed Hossein Nazer Kakhki[2], Bita Soheili[3]

Received: 01-10-2022
Revised: 10-01-2023
Accepted: 27-06-2023
Available Online: 21-02-2024

Cite this article:
Najafi, H., Nazer Kakhki, S.H., & Soheili, B. (2023). Soil-applied herbicides optimization possibility in rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) via incorporated by sowing system (IBS). *Iranian Journal of Pulses Research*, *14*(2), 237-253. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.2023.76756.1036

Introduction

Weeds are one of the most problematic factors in chickpea production systems and chemical control of weeds is limited in Iran because of registered selective herbicides for this crop are not available for farmers. In this situation, optimizing of herbicide application (especially soil-applied herbicides) is one way that can help farmers to combat with weeds. Incorporated By Sowing (IBS) is one of the best way for optimizing of non-selective soil herbicides application in crops. The purpose of this experiment is to investigate the possibility application of non-selective soil-applied herbicides in directed planting of chickpea via IBS.

Material and Methods

Application possibility of non-selective herbicides in directed sowing of chickpea was evaluated in Ardabil and Zanjan in 2020. The treatments were arranged in a strip plot experiment with randomized complete block design and 3 replications. The vertical factor was herbicide application (including: trifluralin, metribuzin, pendimethalin, imazethapyr, and their combination with (phenmedipham+desmedipham+ethofumesate), and also oxyfluorfen and weedy and weed free controls. Horizontal factor was incorporated by sowing (IBS) methods (including: incorporate by seed planter and cultivator+seed planter). Seed germination of chickpea, weed density and biomass and chickpea grain yield were evaluated 30 days after herbicide application and in the end of chickpea growth.

Results and Discussion

IBS methods did not have a significant impact on weed and chickpea density and biomass. Therefore, the use of a cultivator before seed planting is only recommended when the seedbed is inadequately prepared or if pre-planting weed control has not been effectively executed. In contrast, herbicides had significant effects on weeds population and chickpea in experimental locations. In Ardabil, pendimetalin and pendimetalin + (phenmedipham + desmedipham + ethofumesate) were the only treatments that had low efficacy on weeds (with 48.9 and 51.7 % weed biomass reduction respectively) and other treatments had no significant difference in 30 days after herbicides application. In the end of growing season, the highest weeds biomass reduction (in compared with control) were recorded in trifluralin, metribuzin and imazethapyr in combination with (phenmedipham + desmedipham + ethofumesate) and oxyfluorfen (with 84, 83, 80 and 70 of control (%) respectively). In Zanjan, single application of trifluralin and metribuzin and their combination with (phenmedipham + desmedipham + ethofumesate) and combination of imazethapyr with (phenmedipham + desmedipham + ethofumesate) had the highest weed control with 79, 71, 78.6 and 75.5 % respectively. In contrast with Ardabil, the lowest weed control efficacy was recorded in oxyfluorfen plots (22.4%).

1- Associate Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural, Research, Education and Extension, Tehran, Iran.
2- M.Sc., Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Research and Education Center of Khorasan Razavi Province, Mashshad, Iran.
3- M.Sc., Department of Plant Protection Research, Alarogh Agricultural Research Station, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Ardabil, Iran.
* Corresponding Author: najafihossein2017@gmail.com

Grain yield of chickpea was also high in trifluralin + (phenmedipham + desmedipham + ethofumesate) and was low in imazethapyr in Zanjan and Ardabil.

Conclusions

Application of soil herbicides (including: Metribuzin and Trifluralin) in chickpea is possible only if, farmers use them just before sowing and incorporate the herbicides into the seedbed during the sowing process.

Keywords: Conservation agriculture, Imazethapyr, Oxyfluorfen, Pendimetalin, Trifluralin

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 14, No. 2, December 2023, pp. 235-250
Original Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir/

پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱۴، شمارۀ ۲، نیمۀ دوم ۱۴۰۲، ص. ۲۵۰-۲۳۵
نوع مقاله: پژوهشی

https://doi.org/10.22067/ijpr.2023.76756.1036

بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌های خاک مصرف جهت کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم نخود (*Cicer arietinum* L.) دیم با استفاده از روش اختلاط همزمان با کاشت

حسین نجفی[1*]، سید حسین ناظر کاخکی[2]، بیتا سهیلی مقدم[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶

چکیده

امکان کاربرد علف‌کش‌های غیر انتخابی در کشت مستقیم نخود، طی سال زراعی ۱۳۹۹- ۱۳۹۸ در استان‌های اردبیل و زنجان مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب کرت‌های خرد شده نواری با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد علف‌کش (در ۱۱ سطح، به‌عنوان تیمار عمودی شامل: کاربرد تری-فلورالین (ترفلان، EC 48%)، متری‌بیوزین (سنکور، WP 70%)، پندی‌متالین (استامپ، EC 33%)، ایمازتاپیر (پرسوئیت، SL 10%)، اکسی‌فلورفن (گل، EC 24%)، تری‌فلورالین و پندی‌متالین و ایمازتاپیر در ترکیب با فن.دس.اتو (فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت (بتانال‌پراگرس‌اً اف، EC 27.4%)) و شاهدهای وجین و عدم کنترل علف‌های هرز) و شیوه اختلاط علف‌کش با خاک (به‌عنوان تیمار افقی شامل کاربرد کولتیواتور + بذرکار و اختلاط علف‌کش صرفاً توسط بذرکار) بودند. بر اساس نتایج این آزمایش، شیوه اختلاط علف‌کش‌ها با خاک تأثیری بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و همچنین وزن خشک نخود نداشت و از این جهت، اضافه شدن عملیات کولتیواتور به‌دلیل لزوم کاهش هزینه‌ها توصیه نمی‌شود. نتایج بررسی تیمارهای علف‌کشی نشان داد که کاربرد تری‌فلورالین (در دو منطقه اردبیل با ۹۰ و زنجان با ۷۹ درصد کنترل) و متری‌بیوزین (در دو منطقه اردبیل با ۹۲ و زنجان با ۷۱ درصد کنترل) به‌صورت اختلاط همزمان با کاشت، با حداقل آسیب به نخود، برای کنترل علف‌های هرز توصیه می‌شوند. در منطقه اردبیل، دو علف‌کش ایمازتاپیر و اکسی‌فلورفن نیز به‌ترتیب با ۹۷ و ۹۶ درصد، کنترل مطلوبی روی علف‌های هرز داشتند. عملکرد دانه نخود نیز در تیمار اکسی‌فلورفن و تری‌فلورالین + فن.دس.اتو در اردبیل و زنجان (به‌ترتیب با میانگین ۱۰۷۱ و ۸۱۴ کیلوگرم در هکتار) در بیشترین مقدار بود.

واژه‌های کلیدی: اکسی‌فلورفن؛ ایمازتاپیر؛ پندی‌متالین؛ تری‌فلورالین؛ خاک‌ورزی؛ کشاورزی حفاظت

مقدمه

توسعه زراعت نخود (*Cicer arietinum* L.) در ایران و به‌روش حفاظتی از جمله مهم‌ترین برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی جهت تأمین پروتئین مورد نیاز کشور است (Roohi *et al*., 2019). در حال حاضر، این محصول با ۱۰ درصد از سطح زیر کشت و همچنین تولید ۳/۵ درصدی از کل میزان محصولات دیم در رتبه چهارم تولید محصولات کشاورزی قرار دارد (Ahmadi *et al*., 2020). با این حال، ظرفیت رقابت-پذیری کمتر نخود در مقایسه با علف‌های‌هرز مهم‌ترین عامل محدودکننده زراعت و دلیل اصلی عملکرد پایین آن (با میانگین ۵۵۰ کیلوگرم در هکتار) است (Lyon & Wilson, 2005; Gaur *et al*., 2013; Sabaghpour, 2017; Roohi *et al*., 2019; Shafaghi *et al*., 2021). این در حالی است که در صورت کنترل علف‌های هرز در اوایل دوره رشد، عملکرد نخود می‌تواند تا ۳۷۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یابد (Plew *et al*., 1994). خسارت علف‌های هرز نخود بسته به شرایط اقلیم و نوع نظام زراعی (دیم یا آبی) متفاوت است. به‌طور میانگین، وجود گیاهان هرز در مزارع نخود، کاهش ۴۰ تا ۹۸ درصدی عملکرد این محصول را موجب خواهند شد (Mousavi, 2009; Frenda *et al*., 2013; Gaur *et al*., 2013; Shafaghi *et*

۱- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۲- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد، ایران.
۳- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی آلاروق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، اردبیل، ایران.
(*- نویسنده مسئول: najafihossein2017@gmail.com)

(Lyon & Wilson, 2005؛ *al*., 2021). در مطالعه‌ای عملکرد دانه نخود در صورت وجین کامل علف‌های هرز در شرایط آبی و دیم به‌ترتیب ۱۴۶۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار و در صورت عدم وجین علف‌های هرز و عدم کاربرد علف‌کش، به‌ترتیب به ۸۹ و ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. هر چند کنترل شیمیایی، روشی کارآمد برای مبارزه با علف‌های هرز نخود است، امّا محدودیت وجود علف‌کش‌های انتخابی برای این زراعت از جمله مسائلی است که ضرورت بهینه‌سازی کاربرد سایر علف‌کش‌ها جهت به حداقل رساندن خسارت به نخود را ضروری می‌کند. برای زراعت نخود، علف‌کش‌های پیش‌کاشت انتخابی زیادی در کشور به ثبت نرسیده است. چنانچه کارشناسان در شرایط خاص قصد کاربرد علف‌کش‌های غیرانتخابی دارند، ضروری است روش‌های معمول کاربرد آن‌ها را تغییر داده و بهینه کنند تا خسارتی به نخود وارد نشود. اختلاط همزمان علف‌کش‌ها با خاک در حین کاشت[1] از جمله روش‌هایی است که امکان کاربرد علف‌کش‌های خاک مصرف غیرانتخابی در محصولات زراعی حساس را فراهم خواهد کرد (Haskins, 2019; Kleemann & Gill, 2008). با توجه به حساسیت نخود به علف‌کش‌های پس‌رویش، کاربرد علف‌کش‌های پیش‌کاشت و یا پیش‌رویش، روشی موثرتر برای کنترل علف‌های هرز است (Gaur *et al*., 2013). در بین علف‌کش‌های پیش‌کاشت، متری‌بیوزین (سنکور)، تری‌فلورالین (ترفلان) و پندی‌متالین (پرول) کاربرد وسیع‌تری در بخش کشاورزی دارند (Kleemann *et al*., 2015)، امّا هیچ کدام در ایران و برای نخود به ثبت نرسیده و کاربرد آن‌ها جز با روش‌های خاص توصیه نمی‌شود. متری‌بیوزین از جمله علف‌کش‌هایی است که مصرف پیش‌رویشی و پس‌رویشی آن در نخود مورد بررسی قرار گرفته است، امّا گزارش‌های مربوطه در خصوص حساسیت نخود به آن متناقض می‌باشند. بر اساس گزارش موسوی (Mousavi, 2010)، مصرف پس‌رویش متری‌بیوزین خسارتی به نخود وارد نکرد. در بررسی‌های محققان (Veisi *et al*., 2019 a,b) ضمن آنکه کارایی متری‌بیوزین در کنترل علف‌های هرز کمتر از پیریدیت، ایمازتاپیر و ایزوکسافلوتل گزارش شد، حساسیت نخود به متری‌بیوزین نیز مورد تأیید قرار گرفت.

در خصوص علف‌کش‌های خاک مصرف، فشار بخار و حلالیت علف‌کش‌ها دو مؤلفه اصلی در ماندگاری آن‌ها در خاک هستند. علف‌کش‌هایی که فشار بخار آن‌ها بیش از یک است (مثل تری‌فلورالین و پندی‌متالین به‌ترتیب با ۹/۵ و ۱/۹ مگاپاسکال) سریع تبخیر می‌شوند و برای ماندگاری، جذب و تأثیر آن‌ها بر علف‌های هرز، باید سریعاً با خاک و به‌صورت مکانیکی و یا توسط آب مخلوط شوند (Kleemann *et al*., 2015). در نظام‌های کم خاک‌ورزی، اختلاط مکانیکی علف‌کش‌ها در خاک می‌تواند از طریق کولتیواسیون بین ردیفی و یا توسط بذرکار و اختلاط همزمان با کاشت (IBS[1]) و در لایه دو تا پنج سانتی‌متری انجام شود. علاوه‌براین، دو علف‌کش پندی‌متالین و تری‌فلورالین حلالیت پایینی دارند و جهت جذب آن‌ها، باید عمل اختلاط علف‌کش با خاک به‌خوبی صورت گیرد. این قابلیت زمینه حرکت بیشتر آن‌ها در خاک، آبشویی و خسارت به گیاهان غیر هدف را نیز فراهم خواهد کرد و از این بابت، باید مصرف آن‌ها با احتیاط باشد (Kleemann *et al*., 2015). هرچند حساسیت نخود به متری‌بیوزین و گیاه‌سوزی آن توسط محققان گزارش شده است (Mousavi, 2010; Shafaghi *et al*., 2021; Boydston *et al*., 2018)، امّا گزارش‌هایی نیز در خصوص امکان کاربرد این علف‌کش در نخود وجود دارد. در این ارتباط، بررسی تاران و همکاران (Taran *et al*., 2013) نشان داد که متری‌بیوزین و سولفن-ترازون علف‌کش‌های مناسبی برای کنترل علف‌های هرز نخود هستند. البته محدودیت کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین به‌دلیل گیاه‌سوزی و کاهش عملکرد نخود نیز در این گزارش تأکید شده است. بررسی ایزدی دربندی و سلیمانپور (Izadi Drbandi & Soleimani Pour, 2014) نیز نشان داد که با افزایش باقی‌مانده علف‌کش متری‌بیوزین در خاک، تمام صفات نخود (از جمله زیست‌توده ریشه و اندام هوایی) کاهش یافتند. گزارش‌های یاد شده نشان می‌دهند که مصرف علف‌کش‌های پیش‌کاشت یا پیش‌رویش غیرانتخابی در زراعت نخود بدون انجام راهکارهای بهینه‌سازی در مصرف آن‌ها امکان‌پذیر نبوده و اطمینان لازم برای کسب نتیجه را به دنبال ندارند. جهت استفاده از علف‌کش‌های خاک مصرف غیر انتخابی می‌توان از روش اختلاط همزمان با کاشت استفاده کرد (Haskins, 2019). در این روش، عدم خسارت علف‌کش به گیاهان زراعی حساس از طریق ایجاد "موقعیت انتخابی[2]" که به‌واسطه جداسازی فیزیکی بین گیاه زراعی و علف‌کش ایجاد می‌شود، حاصل خواهد شد (Kleemann *et al*., 2015). بنابراین، در روش اختلاط همزمان با کاشت، هم زمینه اختلاط علف‌کش با خاک (برای علف‌کش‌هایی مثل تری‌فلورالین) فراهم خواهد شد و هم محیطی عاری از علف‌کش غیر انتخابی (مثل متری‌بیوزین و تری‌فلورالین) برای بذر نخود ایجاد می‌شود. موفقیت این روش به نوع، رطوبت و فشردگی خاک و همچنین فاصله ردیف

1 -Incorporated by sowing (IBS)

2- Positional selectivity

کاشت، عمق کاشت بذر و سرعت تراکتور (بذرکار) بستگی دارد (Kleemann *et al.*, 2015). در این ارتباط، گیل و بوران (Gill & Bowran, 1990) نیز کنترل مؤثر علف هرز بروموس (*Bromus rigidus*) در گندم (*Triticum aestivum*) را توسط متری‌بیوزین و به‌روش اختلاط همزمان با کاشت در مقایسه با کاربرد پس‌رویش آن، گزارش کردند. در بررسی کلیمان و گیل (Kleemann & Gill, 2008) نیز مشخص شد که کاربرد متری‌بیوزین به‌روش اختلاط همزمان با کاشت، کارایی بالاتری نسبت به مصرف پس‌رویش آن در کنترل بروموس (*B. rigidus*) در زراعت جو (*Hordeum vulgare* L.) دارد. کاربرد تری‌فلورالین در نظام کشاورزی حفاظتی و به‌روش اختلاط همزمان با کاشت از جمله دیگر مواردی است که توسط رین بو و درپش (Rainbow & Derpsch, 2011) نیز گزارش شد. بوتسالیس و همکاران (Boutsalis *et al.*, 2014) در گزارش خود بر امکان کنترل پیش‌کاشت چچم (*Lolium* sp.) در گندم (*T. aestivum*) با استفاده از علف‌کش‌های تری‌فلورالین، پیروکساسولفون، پروسولفوکارب + اس متولاکلر و به‌روش اختلاط همزمان با کاشت در زراعت بدون شخم اشاره کردند. در این بررسی، تأثیر منفی تری‌فلورالین نسبت به دو علف‌کش دیگر بر گندم (*T. aestivum*) بیشتر بود. آن‌ها این روش را برای مدیریت مقاومت به علف‌کش‌ها (به‌دلیل امکان کاربرد طیف وسیع‌تری از علف‌کش‌ها) خوب ارزیابی کردند، امّا عنوان نمودند که چنانچه در زمان کاربرد دزهای بالای علف‌کش بارندگی داشته باشیم، احتمال خسارت به گیاه زراعی افزایش می‌یابد. با توجه به موارد مذکور، این آزمایش به‌منظور امکان کاربرد علف‌کش‌های خاک مصرف انتخابی در نخود با استفاده از روش اختلاط همزمان با خاک به اجرا درآمد. هدف از اجرای این آزمایش، افزایش سبد علف‌کشی نخود از طریق بهینه‌سازی کاربرد علف‌کش‌هایی است که در حالت عادی به نخود خسارت زده و امکان مصرف آن‌ها در این زراعت وجود ندارد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های زنجان (در شهرستان خدابنده با مختصات جغرافیایی N ˚48.1944 و E ˚38.1353 و بافت خاک رسی- لومی) و اردبیل (در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل با مختصات جغرافیایی N ˚37.1025 و E ˚48.2346 و بافت خاک لومی- رسی) در سال زراعی ۱۳۹۹- ۱۳۹۸ اجرا شد. آزمایش در قالب کرت‌های خردشده نواری با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش عبارت از اختلاط علف‌کش با خاک (در دو سطح، به‌عنوان تیمار افقی) و کاربرد علف‌کش (در ۱۱ سطح، به‌عنوان تیمار عمودی (جدول ۱) بودند. در تیمار افقی، در حالت اول خاک بین ردیف‌های کاشت توسط کولتیواتور قلمی و خاک روی ردیف‌های کاشت توسط بذرکار به هم زده شد و در حالت دوم، خاک موجود در روی ردیف‌های کاشت صرفاً توسط بذرکار شکافته شد و ضمن پس زدن خاک آلوده به علف‌کش از روی ردیف‌های کاشت، عمل اختلاط علف‌کش با خاک نیز انجام شد.

کرت‌های آزمایش شامل ۱۰ ردیف کاشت پنج متری به‌فاصله ردیف ۳۵ تا ۴۰ سانتی‌متر بودند. رقم نخود آنا و تراکم آن ۳۰ بوته در مترمربع بود. تاریخ کاشت و سم‌پاشی در منطقه اردبیل، نهم آذر ماه و در منطقه زنجان ۱۳ آبان ماه بود. در تمامی تیمارهای آزمایش، ۴۸ ساعت قبل از کاشت و جهت کنترل علف‌های هرز سبز شده، از علف‌کش گلیفوسیت (راندآپ 41% SL + سولفات آمونیوم دو درصد) به‌میزان شش لیتر در هکتار از ماده تجارتی استفاده شد. کاشت نخود در منطقه اردبیل با بذر کار آسکه ۲۲۰۰ بوکان (ASKE 2200) (با سرعت حرکت ۵۶ متر در دقیقه) و در منطقه زنجان با دستگاه کشت مستقیم شرکت برزگر (با سرعت حرکت ۳۳ متر در دقیقه) و در شرایطی که رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی بود، انجام شد. عملیات سم‌پاشی توسط سم‌پاش پشتی ماتابی پس از کالیبراسیون (براساس ۳۰۰ لیتر آب در هکتار) و با نازل شره‌ای و فشار ۲/۵ بار صورت گرفت.

ارزیابی تیمارهای آزمایش: به‌منظور تعیین میزان اثر تیمارهای آزمایشی بر نخود، درصد سبز این گیاه و وزن خشک آن مورد ارزیابی قرار گرفت و عملکرد دانه آن نیز در پایان دوره رشد اندازه‌گیری شد. جهت تعیین درصد سبز نخود، ابتدا به‌صورت تصادفی و با استفاده از یک کادر ۰/۵ × ۰/۵ مترمربع، تعداد گیاهچه‌های نخود موجود در کادر شمارش شدند و سپس بر اساس تراکم کاشت (۳۰ بوته در مترمربع) درصد بوته‌های سبز شده در کادر تعیین شد. وزن خشک نخود نیز در مرحله ۱۰ سانتی‌متری این گیاه و توسط کادر ۰/۵×۰/۵ مترمربعی اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- تیمارهای علف‌کش مورد استفاده در آزمایش، دز و زمان مصرف آن‌ها

Table 1- Use of herbicides as experimental treatments, their dose and application times.

علف‌کش Herbicide	زمان مصرف Application time	دز مصرف (لیتر برکیلوگرم در هکتار) Dose (l.kg^{-1}.ha^{-1})	ماده مؤثره (لیتر بر کیلوگرم در هکتار) a.i (l.kg^{-1}.ha^{-1})
ترفلان Treflan® تری‌فلورالین (Trifluralin, EC 48%)	پیش‌کاشت Preplant	1.5	0.72
سنکور Sencor® متری‌بیوزین (Metribuzin, WP 70%)	پیش‌کاشت Preplant	0.3	0.21
استامپ Estamp® پندی‌متالین (Pendimetalin, EC 33%)	پیش‌کاشت Preplant	3.5	1.15
پرسوئیت Pursuit® ایمازتاپیر (Imazethapyr, SL 10%)	پیش‌کاشت Preplant	1	0.1
ترفلان + بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Treflan® + Betanal Progress of® تری‌فلورالین+(فن+دس+اتو) Trifluralin + (Phen + Des+Etho)*	پیش‌کاشت+پس‌کاشت Preplant+post	1.5+1.6	0.72+0.27
سنکور + بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Sencor® + Betanal Progress of® متری‌بیوزین + (فن+دس+اتو) Metribuzin+(Phen+Des+Etho)	پیش‌کاشت+پس‌کاشت Preplant+post	0.3+1.6	0.21+0.27
استامپ + بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Estamp® +Betanal Progress of® پندی‌متاین + (فن + دس + اتو) Pendimetalin+(Phen+Des+Etho)	پیش‌کاشت+پس‌کاشت Preplant+post	3+1.6	0.33+0.27
پرسوئیت + بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Pursuit® + Betanal Progress of® ایمازتاپیر + (فن + دس + اتو) Imazethapyr + (Phen + Des+Etho)	پیش‌کاشت+پس کاشت Preplant+post	1+1.6	0.1+0.27
گل Goal® اکسی‌فلورفن (Oxyfluorfen, EC 24%)	پیش‌رویش Preemerge	0.7	0.24
شاهد عدم کنترل Weedy control	-	-	-
شاهد وجین Hand weeding	-	-	-

* Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat

* فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت

بدین منظور، تمام بوته‌های سبز شده در این کادر از محل طوقه، قطع و جهت تعیین وزن خشک به آون منتقل و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس توسط ترازوی دیجیتال ۰/۰۱ توزین شدند. به‌منظور تعیین عملکرد دانه نخود، تمام بوته‌های موجود در دو خط میانی کرت‌های آزمایش و پس از حذف حاشیه‌ها برداشت و عملکرد دانه تولیدی محاسبه و ثبت شد. جهت تعیین میزان کارایی علف‌کش‌های مصرفی، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز طی ۳۰ روز بعد از سم‌پاشی و در پایان دوره رشد و با استفاده از کادر ۰/۵×۰/۵ مترمربعی اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار Mstat-C تجزیه و میانگین‌ها به‌روش LSD در سطح احتمال یک و پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آزمایش بر علف‌های هرز

مهم‌ترین علف‌های هرز موجود در مزارع آزمایشی برای مناطق اجرا در جدول ۲ ارائه شده است. تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که در هیچ کدام از مناطق اجرا، نوع خاک‌ورزی (IBS) تأثیری معنی‌دار بر تراکم علف‌های هرز نداشت، امّا تأثیر این تیمار بر وزن خشک در منطقه زنجان در دو زمان ابتدای فصل و در پایان دوره رشد نخود معنی‌دار شد. این در حالی بود که تیمار علف‌کش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را در هر دو منطقه و همچنین در هر دو مرحله ارزیابی، به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳).

جدول ۲- علف‌های هرز غالب در دو منطقه اردبیل و زنجان

Table 2- Dominant weeds in Ardabil and Zanjan

نام علمی **Scientific name**	نام فارسی **Percian name**	خانواده **Family**	چرخه زندگی **Life cycle**
	زنجان Zanjan		
Scariola orientalis (Boiss.)	گاوچاق‌کن	Asteraceae	دوساله Biennial
Polygonum aviculare L.	علف هفت بند	Polygonaceae	یکساله Annual
Galium tricornutum Stokes	بی‌تی‌راخ	Rubiaceae	یکساله Annual
Cerastium sp.	دانه مرغ	Caryophyllaceae	یکساله Annual
Bromus tectorum L.	جارو علفی	Poaceae	یکساله Annual
Centaurea depressa M.B.	گل گندم	Asteraceae	یکساله Annual
Gypsophila paniculata L.	گچ دوست	Caryophyllaceae	یکساله Annual
Chondrilla juncea L.	قندرون	Asteraceae	چندساله Perennial
Acroptilon repens (L.) DC.	تلخه	Asteraceae	چندساله Perennial
	اردبیل Ardabil		
Acroptilon repens (L.) DC.	تلخه	Asteraceae	چندساله Perennial
Convolvulus arvensis	پیچک	Convolvulaceae	چندساله Perennial
Geranium spp.	شمعدانی وحشی	Geraniaceae	یکساله Annual
Fumaria sp.	شاه‌تره	Fumariaceae	یکساله Annual
Tragopogon major	شنگ	Asteraceae	چندساله Perennial

جدول ۳- میانگین مربعات تأثیر تیمارهای آزمایش بر وزن خشک علف‌های هرز در ابتدا (۳۰ روز بعد از سم‌پاشی) و در پایان فصل رشد نخود

Table 3- Mean of square of experimental treatment effects on weed dry matter at early season (30 days after herbicide application) and at the end of the growing season

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f	ابتدای فصل Early of season		پایان فصل End of season	
		اردبیل Ardabil	زنجان Zanjan	اردبیل Ardabil	زنجان Zanjan
تکرار Replication	2	23.3 ns	950.1 ns	1637.4 ns	164 ns
اختلاط IBS	1	1254.1 ns	5620.2 *	219.4 ns	6432.7 *
خطا Error	2	23.4	141.9	62.1	307.1
علف‌کش Herbicide	8	1155.8 **	2148 **	979.7 **	1828.7 **
خطا Error	16	165.6	292.07	142.3	73
اختلاط × علف‌کش IBS × Herbicide	8	144.7 ns	378 ns	91.2 ns	185.4 **
خطا Error	16	174.7	397.4	107.8	42.5
ضریب تغییرات CV (%)	-	15.4	31.5	15.1	14

*، **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: are significant in 5 and 1%, respectively.

دلیل تأثیر متفاوت تیمار خاک‌ورزی بر علف‌های هرز در دو منطقه اردبیل و زنجان مربوط به کیفیت آماده‌سازی زمین در این دو منطقه بود، به‌طوری‌که در منطقه زنجان کیفیت آماده‌سازی زمین پایین‌تر و انجام عملیات تکمیلی با کولتیواتور جهت اختلاط علف‌کش با خاک، شرایط بهتری برای جذب و تأثیر علف‌کش‌ها بر علف‌های هرز فراهم کرد. انجام این عملیات در جهت اختلاط بهتر علف‌کش‌ها با خاک، جلوگیری از تجزیه علف‌کش‌ها، توزیع بهتر آن‌ها در خاک و تماس بیشتر آن‌ها با ریشه علف‌های هرز مؤثر خواهد بود. در بررسی‌های کلیمن و گیل (Kleemann & Gill, 2008) نیز در مناطقی که بافت خاک سنگین‌تر بود (رسی- لومی)، تیمار اختلاط علف‌کش متری‌بیوزین هم‌زمان با کاشت (IBS) در مقایسه با مناطقی که خاک سبک‌تر داشت، علف هرز بروموس (*B. rigidus*) بهتر کنترل شد.

مقایسه میانگین داده‌های آزمایش در ابتدای فصل نشان داد که در هر دو منطقه، کاربرد علف‌کش‌های تری‌فلورالین، متری‌بیوزین، ایمازتاپیر و ترکیب این علف‌کش‌ها با فن- مدیفام+دس‌مدیفام + اتوفومزیت بیشترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز در زراعت نخود را به دنبال داشت (جدول ۴). بر خلاف نتیجه به‌دست آمده در اردبیل، علف‌کش اکسی- فلورفن در منطقه زنجان از کارایی بالایی در کنترل علف‌های هرز برخوردار نبود و کارایی پندی‌متالین نیز در هر دو منطقه و در کنترل علف‌های هرز پایین بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای آزمایش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد عدم کنترل در ابتدا (۳۰ روز بعد از سم‌پاشی) و در پایان فصل رشد نخود

Table 4- Means comparison of experimental treatments effects on weed dry matter (% decrease compared with weedy control) at the early (30 days after sprayer) and end of the growing season

تیمارهای علف‌کش **Herbicide treatments**	ابتدای فصل **Early of season**		پایان فصل **End of season**	
	زنجان **Zanjan**	اردبیل **Ardabil**	زنجان **Zanjan**	اردبیل **Ardabil**
تری‌فلورالین Trifluralin ترفلان (Treflan®, EC 48%)	79.3 a*	90.6 a	58 b	69.6 bcd
متربیوزین Metribuzin سنکور (Sencor®, WP 70%)	71.3 abc	92.1 a	60.6 ab	65.1 cd
پندی‌متالین Pendimetalin استامپ (Estamp® , EC 33%)	48.9 c	68.9 b	45.3 cd	44.2 e
ایمازتاپیر Imazethapyr پرسوئیت (Pursuit®, SL 10%)	65.6 abc	96.9 a	38.5 cd	62.7 d
تری‌فلورالین+(فن+دس+اتو) Trifluralin + (Phen+Des+Etho)* ترفلان+بتانال پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Treflan®+Betanal Progress of®	72.5 ab	90.1 a	66.4 a	84.2 a
متری‌بیوزین+(فن+دس+اتو) Metribuzin+(Phen+Des+Etho) سنکور+بتانال پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Sencor® + Betanal Progress of®	78.6 a	92.5 a	51.4 c	83.2 ab
پندی‌متالین+(فن+دس+اتو) Pendimetalin+(Phen+Des+Etho) استامپ+بتانال پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Estamp® +Betanal Progress of®	51.7 bc	55.7 b	43.5 d	59.5 d
ایمازتاپیر+(فن+دس+اتو) Imazethapyr+(Phen+Des+Etho) پرسوئیت+بتانال پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Pursuit® +Betanal Progress of®	77.5 a	87 a	48.4 cd	79.6 abc
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen گل (Goal®, EC 24%)	22.4 d	95.9 a	6.4 e	70 a-d

* در هر ستون، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون LSD تفاوت آماری ندارند.

* In each column, means with the same letter had no significant difference($p \leq 0.05$).

در هر دو منطقه و در پایان دوره رشد، کاربرد ترکیب دو علف‌کش تری‌فلورالین (به‌صورت قبل از کاشت) + بتانال پراگرس‌اُ اف (به‌صورت پس‌رویش) بیشترین کنترل را به دنبال داشت که این امر نشان از اهمیت و لزوم انجام عملیات سم‌پاشی تکمیلی برای کنترل طیف‌های بعدی علف‌های هرز در مزرعه داشت (جدول ۴). در بین تیمارهای آزمایش، تنها در کرت‌های کاربرد اکسی‌فلورفن عملیات خاک‌ورزی انجام نشد که این امر به‌دلیل حساسیت بالای این علف‌کش به فشردگی و یا به هم خوردگی خاک است (Atri *et al.*, 2005). بر این اساس و با توجه به عدم معنی‌داری اثر متقابل نوع خاک‌ورزی، عدم تفاوت معنی‌دار تیمارهای علف‌کشی با اکسی‌فلورفن، حاکی از عدم تأثیر منفی خاک‌ورزی (IBS) بر کارایی آن‌ها بوده و از این جهت، می‌توان این علف‌کش‌ها را به‌صورت IBS و یا IBS به همراه کولتیواتور استفاده کرد.

علاوه‌براین، کاربرد کولتیواتور به همراه بذرکار آسکه تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز نداشت و از این جهت، این عملیات نیز جهت کاهش هزینه‌ها قابل حذف است. بر این اساس، تنها کاربرد بذرکار آسکه جهت اختلاط علف‌کش‌ها با خاک و یا پرتاب خاک آلوده از روی ردیف‌های کاشت و ایجاد بستری عاری از علف‌کش در روی خطوط کاشت کفایت می‌کند. تأثیر علف‌کش‌های مختلف بر جمعیت علف‌های هرز در زراعت نخود توسط محققان دیگر نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در این ارتباط، موسوی (Mousavi, 2010) کارایی کاربرد پیش‌رویش علف‌کش متری‌بیوزین در کاهش تراکم علف‌های هرز یک‌ساله را بیشتر از تری‌فلورالین، ایمازتاپیر و پندی‌متالین گزارش کرد. در این بررسی، کاربرد پیش‌کاشت و پس‌رویشی ایمازتاپیر، تیمارهای ترکیبی کاربرد پیش‌رویش به‌علاوه پس‌رویشی ایمازتاپیر و پندی‌متالین، کاربرد پیش‌رویشی پندی‌متالین، سبب کاهش حداقل ۹۰ درصدی تولید ماده خشک علف‌های‌هرز شدند، امّا درصد کنترل علف‌های هرز در تیمار کاربرد پندی‌متالین کمتر از ۷۰ درصد گزارش شد. در گزارش شفقی و همکاران (Shafaghi *et al.*, 2021) نیز کارایی پندی‌متالین و متری‌بیوزین در کنترل علف‌های هرز نخود به‌ترتیب پایین و بالا گزارش شد. در این گزارش، کارایی کنترل علف هرز پیچک (*C. arvensis*) توسط علف‌کش تری‌فلورالین، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و بی‌تی‌راخ (*G. aparine*) توسط علف‌کش اکسی‌فلورفن و کنترل شمعدانی‌وحشی (*G.* spp.) توسط متری‌بیوزین مطلوب گزارش شد. در گزارش موسوی (Mousavi, 2021)، کاربرد دز ۱/۵ لیتر در هکتار از علف‌کش تری‌فلورالین موجب کاهش حدود ۷۵ درصدی علف‌های هرز در زراعت نخود در منطقه کردستان شد. همچنین بر اساس نتایج این آزمایش، افزایش دز علف‌کش از یک به دو لیتر در هکتار، موجب بهبود کنترل علف‌های هرز به‌میزان حدود ۳۰ درصد شد. در این بررسی، شرایط آب و هوایی و خاک منطقه آزمایش از جمله دلایل مؤثر بر کارایی متفاوت علف‌کش‌ها ذکر شد. برخلاف آزمایش‌های سایر محققان، این آزمایش در شرایط کشاورزی دیم و در نظام حفاظتی (با حداقل به هم زدن خاک و حفظ بقایا) انجام شد. هم رطوبت خاک و هم اختلاط کامل علف‌کش با خاک از جمله مواردی هستند که کارایی علف‌کش‌های خاک مصرف در کنترل علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌عنوان مثال، جهت تأثیر بهتر پندی‌متالین، تأمین رطوبت کافی در سطح خاک و تا مدتی بعد از سم‌پاشی و همچنین اختلاط بقایای گیاهی با خاک ضروری است. به همین دلیل، مصرف پیش‌رویش این علف‌کش باید زمانی صورت گیرد که پندی‌متالین ظرف چند روز بعد از سم‌پاشی توسط آبیاری و یا باران، وارد خاک شود (Sheikhi Gorjan *et al*., 2021) که این امر، در دو منطقه اردبیل و زنجان حادث نشد و از این جهت، کارایی علف‌کش پندی‌متالین در این دو منطقه و نسبت به سایر تیمارهای آزمایش و همچنین نتایج سایر آزمایش‌ها پایین بود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط لیون و ویلسون (Lyon & Wilson, 2005) مطابقت داشت. در این بررسی نیز کنترل علف‌های هرز (شامل *Salsola iberica* Sennen & Pau و *Setaria viridis* (L.) Beauv.) توسط پندی‌متالین در شرایط دیم کمتر از شرایط آبی گزارش شد. با توجه به تحرک کم این علف‌کش در خاک، وجود رطوبت می‌تواند در جذب بیشتر آن تأثیرگذار باشد. بررسی بارش‌ها در اردبیل نشان داد که میزان اولین بارندگی در این منطقه نسبت به زنجان و در دوره پس از سم‌پاشی بسیار کمتر بود (۰/۴ در مقابل ۴/۵ میلی لیتر در اولین بارندگی) که این امر می‌تواند بر کارایی پندی‌متالین تأثیر منفی داشته باشد. در بررسی لیون و ویلسون (Lyon & Wilson, 2005) نیز فقدان بارندگی و یا بارندگی‌های کمتر از ۱۳ میلی‌لیتر طی هفت روز بعد از سم‌پاشی دلیل کارایی پایین پندی‌متالین در کنترل علف‌های هرز ذکر شده است. تأخیر شش روزه در بارندگی در روزهای بعد از سم‌پاشی حتی در صورت بالا بودن مقدار آن (۳۰ میلی لیتر) نتوانست زمینه جبران کاهش کارایی پندی‌متالین را فراهم سازد (Lyon & Wilson, 2005) و از این جهت، چنانچه سایر عملیات زراعی تحت تأثیر منفی قرار نمی‌گیرند، باید زمان کاربرد این علف‌کش به‌شکلی تنظیم شود تا همزمان با وقوع بارندگی در منطقه باشد.

تأثیر تیمارهای آزمایش بر نخود

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش در منطقه اردبیل، تیمارهای خاک‌ورزی و علف‌کش تأثیری معنی‌دار بر درصد سبز شدن و وزن خشک نخود نداشتند، امّا این دو صفت در منطقه زنجان تحت تأثیر معنی‌دار تیمار علف‌کش قرار گرفتند (جدول ۵).

در منطقه زنجان، درصد سبز شدن نخود در تیمار کاربرد اکسی‌فلورفن (با میانگین ۴۵/۳ درصد) در کمترین مقدار بود و در گروه آماری c قرار گرفت و این صفت در سایر تیمارها و با اختلافی اندک در دو گروه آماری a و b قرار گرفتند (جدول ۶). در بین تیمارهای آزمایش، وزن خشک علف‌های هرز در تیمار کاربرد پندی‌متالین در بیشترین مقدار (با میانگین ۷۴/۴ گرم در مترمربع) و در تیمار کاربرد ایمازتاپیر (با میانگین ۳۴/۵ گرم در مترمربع) در کمترین مقدار بود. این دو تیمار در دو گروه آماری مجزا قرار گرفته، امّا سایر تیمارهای علف‌کشی با این دو تیمار اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۶).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در منطقه اردبیل نشان داد که نوع خاک‌ورزی و علف‌کش تأثیر معنی‌دار بر عملکرد دانه نخود داشتند، امّا این تأثیر در منطقه زنجان صرفاً برای تیمار علف‌کش معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس نتیجه مقایسه میانگین‌ها، عملکرد دانه نخود در اردبیل و در شرایطی که صرفاً از بذرکار آسکه استفاده شد، بیشتر از زمانی بود که بذرکار به همراه کولتیواتور به‌کار رفت. با این حال، اختلاف عملکرد در این دو روش تنها ۴۱ کیلوگرم در هکتار بود. بررسی کارایی علف‌کش‌ها بر عملکرد دانه نخود در اردبیل حاکی از برتری اکسی فلورفن نسبت به سایر تیمارها بود. این تیمار با میانگین ۱۰۷۱ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد نخود را به دنبال داشت که البته تفاوت آن با تیمارهای کاربرد تری‌فلورالین (با میانگین ۹۹۵/۱ کیلوگرم در هکتار) و تری‌فلورالین + بتانال-پراگرس‌اُ اف (با میانگین ۹۴۳/۹ کیلوگرم در هکتار) معنی‌دار نبود (جدول ۷). در منطقه زنجان، عملکرد دانه نخود در تیمارهای کاربرد ایمازتاپیر و اکسی فلورفن در کمترین مقدار بود و بیشترین عملکرد با مقدار ۸۱۳/۹ کیلوگرم در هکتار به تیمار کاربرد ترکیب تری‌فلورالین + بتانال‌پراگرس‌اُ اف اختصاص یافت (جدول ۷).

با توجه به لزوم وجود بستر مناسب کاشت جهت افزایش کارایی علف‌کش اکسی‌فلورفن و کیفیت پایین خاک مزرعه در منطقه زنجان، کارایی پایین این علف‌کش در کنترل علف‌های هرز و در نهایت، عملکرد دانه نخود در این منطقه دور از انتظار نبود. لزوم آماده‌سازی مطلوب خاک جهت تأثیر بهتر علف‌کش اکسی‌فلورفن در گزارش عطری و همکاران (Atri *et al.*, 2005) نیز مورد تأکید قرار گرفته است.

جدول ۵- میانگین مربعات تأثیر تیمارهای آزمایش بر درصد سبز بوته، وزن خشک و عملکرد دانه نخود

Table 5- Mean of squares of experimental treatments effects on Chickpea germination, dry matter and grain yield

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f	اردبیل Ardabil: سبز شدن Germination	اردبیل Ardabil: وزن خشک Dry matter	اردبیل Ardabil: عملکرد دانه Grain yield	زنجان Zanjan: سبز شدن Germination	زنجان Zanjan: وزن خشک Dry matter	زنجان Zanjan: عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	60.6 ns	1.29 ns	1297.1 ns	1121.5 ns	2374.3 ns	12661.6 ns
اختلاط IBS.	1	12.1 ns	16.25 ns	*25149	453.7 ns	327.1 ns	91150.8 ns
خطا Error	2	40.9	24.48	494.1	445.6	42	6641.6
علف‌کش Herbicide	9	30.3 ns	42.4 ns	226676.5**	814.3*	1027.2**	398445.8**
خطا Error	18	31.2	21.2	30538.5	311.7	203.6	48451.7
اختلاط × علف‌کش IBS × Herbicide	9	11 ns	3.8 ns	23527.6 ns	73.3 ns	185.7 ns	15396.3 ns
خطا Error,	18	18.2	12.9	22123.1	237	269.4	9229.8
ضریب تغییرات CV (%)	-	20.4	30.3	19.2	21.3	34.8	20.5

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

** and *: Significant at 1 and 5 percentage, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای آزمایش بر درصد سبز و وزن خشک نخود در منطقه زنجان

Table 6- Means comparison of experimental treatments effects on Chickpea germination and dry matter in Zanjan

تیمارهای علف‌کش Herbicide treatments	سبز شدن (درصد) Germination (%)	وزن خشک (گرم بر مترمربع) Dry matter (g.m^{-2})
تری‌فلورالین Trifluralin ترفلان (Treflan®, EC 48%)	67.6 b*	52.8 ^{ab}
متربیوزین Metribuzin سنکور (Sencor®, WP 70%)	66.8 ^{b}	45.8 ^{ab}
پندی‌متالین Pendimetalin استامپ (Estamp®, EC 33%)	87 ^{a}	74.4 ^{a}
ایمازتاپیر Imazethapyr پرسوئیت (Pursuit®, SL 10%)	78.1 ^{ab}	34.5 ^{b}
تری‌فلورالین + (فن + دس + اتو) Trifluralin + (Phen + Des + Etho)* ترفلان + بتانال‌پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Treflan® + Betanal Progress of®	68.5 ^{b}	54.4 ^{ab}
متری‌بیوزین + (فن+دس+اتو) Metribuzin + (Phen + Des+Etho) سنکور + بتانال‌پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Sencor® + Betanal Progress of®	75.6 ^{ab}	58 ^{ab}
پندی‌متالین + (فن + دس + اتو) Pendimetalin + (Phen + Des + Etho) استامپ + بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Estamp® +Betanal Progress of®	83.5 ^{a}	43.6 ^{ab}
ایمازتاپیر + (فن + دس + اتو) Imazethapyr + (Phen + Des + Etho) پرسوئیت+بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Pursuit® + Betanal Progress of®	76 ^{ab}	38.5 ^{ab}
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen گل (Goal®, EC 24%)	45.3 ^{c}	38.5 ^{ab}
شاهد عدم وجین Weedy control	66.5 ^{b}	30.6 ^{b}

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

* In each column, means with the same letter had no significant difference($p \leq 0.05$).

نتایج آزمایش در اردبیل نشان داد که تیمارهای علف‌کشی تأثیر معنی‌داری بر درصد سبز و وزن خشک نخود در این منطقه نداشتند، امّا عملکرد نخود به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمار علف‌کشی قرار گرفت و بیشترین عملکرد از تیمارهای تری‌فلورالین + بتانال‌پراگرساً اف و کاربرد اکسی‌فلورفن و تری-فلورالین (به‌ترتیب به‌میزان حدود ۹۴۴، ۱۰۷۱ و ۹۹۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. در زنجان، کاربرد تری‌فلورالین عملکرد دانه نخود را نیز افزایش داد که البته تفاوت آن با تیمارهای پندی‌متالین و متری‌بیوزین معنی‌دار نشد. در مجموع، نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج سایر آزمایش‌ها و به‌دلیل شیوه کاربرد علف‌کش (IBS) متفاوت بود که این امر حکایت از امکان تقویت سبد علف‌کشی نخود در صورت کاربرد بهینه علف‌کش داشت. به‌عنوان مثال، در بررسی‌های موسوی (Mousavi, 2010) اثرات گیاه‌سوزی کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین شدید گزارش شد که این مورد در دو منطقه اجرای این آزمایش مشاهده نشد. بر اساس گزارش لی و مک-ویکار و همکاران، در صورت انتخاب زمان مناسب جهت سم‌پاشی، متری‌بیوزین به نخود خسارتی وارد نخواهد کرد (Mousavi, 2009). کاربرد تری‌فلورالین نیز در سایر مطالعات صورت گرفته در ایران (Majnoon Hosseini, 1994; Mousavi, 2009) و همچنین در کشورهای استرالیا و آمریکا خوب ارزیابی شده و توصیه شده است (Mousavi, 2009).

مشابه نتایج این آزمایش، در بررسی‌های موسوی (Mousavi, 2009)، حسینی راد و جاگانات (Hoseiny-Rad & Jagannath, 2011)و بویدوستون و همکاران (Boydston *et al*. 2018) نیز ایمازتاپیر در صورت کاربرد پس‌رویش به نخود آسیب رساند. این مشاهدات می‌تواند مربوط به تأثیر منفی این علف‌کش بر رشد نخود (کاهش ارتفاع، تاخیر در رسیدگی و کلروز برگ‌های نخود) باشد (Lyon & Wilson, 2005). بر اساس گزارش موسوی (Mousavi, 2021)، کاربرد تری-فلورالین در زراعت نخود و در دز ۱/۵ لیتر در هکتار بیشترین افزایش عملکرد نخود (به‌میزان ۲۲/۳ درصد نسبت به شاهد عدم کنترل) را به دنبال داشت و توصیه گردید. کاربرد علف-کش‌های غیر انتخابی به‌روش IBS در سایر محصولات زراعی نیز همراه با تجربیاتی موفق بوده است. در این ارتباط، کلیمن و گیل (Kleemann & Gill, 2008) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش متری‌بیوزین به‌شیوه IBS ضمن کنترل بهتر علف‌های هرز نسبت به کاربرد پس‌رویشی این علف‌کش، در دزهای پایین بر گیاه جو نیز تأثیر منفی نداشت. البته دزهای بالای این علف-کش، حتی در حالت IBS هم باعث گیاه‌سوزی و کاهش تراکم و عملکرد جو (*H. vulgare*) شد. این امر نشان می‌دهد که علاوه‌بر تغییر شیوه اختلاط علف‌کش‌های غیر انتخابی با خاک، باید از دزهای پایین‌تر و امن‌تر این علف‌کش‌ها برای محصولات حساس استفاده کرد. در بین علف‌کش‌های مورد بررسی در این آزمایش، اکسی‌فلورفن، تری‌فلورالین و پندی‌متالین از تحرک پایینی در خاک برخوردار هستند و علاوه‌براین، تری‌فلورالین در معرض نور خورشید به‌سرعت تجزیه خواهد شد. به همین دلیل، تغییر شیوه کاربرد آن‌ها از حالت معمول به IBS در جهت ماندگاری و همچنین کارایی بالاتر آن‌ها بر علف‌های هرز مؤثر بود. آنچه مسلم است، در نظام کشاورزی حفاظتی، بافت خاک، آماده‌سازی اولیه بستر گیاه زراعی، مقدار بقایای موجود در سطح مزرعه، زمان و شدت وقوع بارندگی در دوره‌های پس از سم‌پاشی و اختلاط مکانیکی علف‌کش‌ها با خاک از جمله مهم‌ترین مواردی هستند که می‌توانند کارایی علف‌کش‌ها را تحت تأثیر قرار داده و باید در تحلیل نتایج آزمایش مد نظر قرار گیرند. در این ارتباط، کلیمن و گیل (Kleemann & Gill, 2008) گزارش کردند که تفاوت اثر کاربرد متری‌بیوزین به دو شیوه IBS و یا به‌صورت پس‌رویش بر تراکم جو (*H. vulgare*) در دو منطقه آزمایش(دارای بافت سبک و سنگین و متفاوت در مقدار ماده آلی) مربوط به غیر فعال شدن علف‌کش است، به‌طوری‌که، وجود بافت سبک و همچنین پایین بودن مقدار ماده آلی خاک باعث فعالیت بیشتر متری‌بیوزین در خاک شد و تراکم جو (*H. vulgare*) بعد از کاربرد علف‌کش در هر دو حالت IBS و پس‌رویش کاهش بیشتری نشان داد. البته درصد پایین رس و ماده آلی خاک دو مؤلفه هستند که فعالیت متری-بیوزین در خاک را افزایش داده و می‌توانند حتی در صورت کاربرد به‌روش اختلاط همزمان با کاشت، زمینه خسارت به گیاه زراعی را فراهم کنند (Blackshaw *et al*., 1994). علاوه‌بر بافت خاک، در صورت وقوع بارندگی در روزهای پس از سم‌پاشی، احتمال خسارت به محصول زراعی بیشتر خواهد شد. مقدار بارندگی در دو منطقه زنجان و اردبیل بالا نبود (به‌ترتیب ۴/۵ و ۰/۴ میلی لیتر) و زمان وقوع آن نیز ۵ و ۱۴ روز بعد از کاشت بود. موارد فوق باعث گردید تا بذر نخود در حال جوانه-زنی در هر دو منطقه، علف‌کش را دریافت نکرده و تراکم آن نسبت به شاهد کاهش نشان ندهد.

جدول ۷- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه نخود (کیلوگرم در هکتار) در منطقه زنجان و اردبیل

Table 7- Means comparison of experimental treatments effects on chickpea grain yield ($kg.ha^{-1}$) in Zanjan and Ardabil

تیمارهای علف‌کش **Herbicide treatments**	اردبیل **Ardabil**	زنجان **Zanjan**
تری‌فلورالین Trifluralin ترفلان (Treflan®, EC 48%)	995.1 ab	794.4 a
متربیوزین Metribuzin سنکور (Sencor®, WP 70%)	688.9 d	319.5 bcd
پندی‌متالین Pendimetalin استامپ (Estamp® , EC 33%)	817.3 bcd	547.2 abc
ایمازتاپیر Imazethapyr پرسوئیت (Pursuit®, SL 10%)	621.4 d	216.7 d
تری‌فلورالین+(فن+دس+اتو) Trifluralin+(Phen+Des+Etho)* ترفلان+بتانال‌پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Treflan®+Betanal Progress of®	943.9 abc	813.9 a
متری‌بیوزین+(فن+دس+اتو) Metribuzin+(Phen+Des+Etho) سنکور+بتانال‌پراگرس اُ اف (EC 27.4%) Sencor® + Betanal Progress of®	699.3 d	575 ab
پندی‌متالین+(فن+دس+اتو) Pendimetalin+(Phen+Des+Etho) استامپ+بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Estamp® +Betanal Progress of®	736.8 cd	747.2 a
ایمازتاپیر+(فن+دس+اتو) Imazethapyr+(Phen+Des+Etho) پرسوئیت+بتانال‌پراگرس‌اُ اف (EC 27.4%) Pursuit® +Betanal Progress of®	742.3 cd	283.6 cd
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen گل (Goal®, EC 24%)	1071 a	158.4 d
شاهد عدم وجین Weedy control	400.2 d	221.6 d

* در هر ستون، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد و بر اساس آزمون LSD تفاوت آماری ندارند.

* In each column, means with the same letter have no significant difference ($p\leq0.05$).

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این بررسی حاکی از امکان کاربرد علف‌کش‌های خاک مصرف انتخابی هم‌زمان با کاشت در زراعت نخود بود. نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد تری‌فلورالین (در منطقه اردبیل با ۹۰ و زنجان با ۷۹ درصد کنترل) و متری‌بیوزین (در منطقه اردبیل با ۹۲ و زنجان با ۷۱ درصد کنترل به‌صورت اختلاط همزمان با کاشت، با حداقل آسیب به نخود، برای کنترل علف‌های هرز توصیه می‌شوند. عملکرد دانه نخود نیز در منطقه اردبیل در تیمار اکسی فلورفن (با میانگین ۱۰۷۱ کیلوگرم در هکتار) در بیشترین مقدار بود که البته تفاوت آن با تیمارهای کاربرد تری‌فلورالین (با میانگین ۹۹۵/۱ کیلوگرم در هکتار) و تری‌فلورالین + فن.دس.اتو (با میانگین ۹۴۳/۹ کیلوگرم در هکتار) معنی‌دار نشد. عملکرد دانه نخود در زنجان نیز در تیمار تری‌فلورالین + فن.دس.اتو (با میانگین ۸۱۴ کیلوگرم در هکتار) در بیشترین مقدار بود. بنابراین، در صورت کاربرد صحیح علف‌کش‌های خاک مصرف غیر انتخابی در زراعت نخود، خسارت وارده به این محصول در حداقل مقدار بوده و سبد علف‌کشی این زراعت تقویت خواهد شد. در این ارتباط، تنظیم دقیق بذرکار و سرعت بهینه حرکت تراکتور جهت پرتاب بذر آلوده به سم از روی ردیف‌های کاشت از درجه اهمیت بالایی برخوردار است.

References

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdshah H., & Kazemian, A. (2020). Agricultural Statistics, 2018-2019. Ministry of Agriculture-Jahad, Iran. p. 97. (In Persian)

Atri, A., Khalghani, J., Hatami, S., Pourazar, R., & Karaminejad, M.R. (2005). Evaluation of some herbicides in Tomato. Final Report. Iranian Research Institute of Plant Protection. p. 58. (In Persian with English Abstract)

Blackshaw, R.E.R., Moyer, J., & Kozub, G.C. (1994). Efficacy of downy brome herbicides as influenced by soil properties. *Canadian Journal of Plant Science, 74*, 177-183. https://doi.org/10.4141/cjps94-037

Boutsalis, P., Gill, G.S., & Preston, C. (2014). Control of rigid ryegrass in Australian wheat production with pyroxasulfone. *Weed Technology*, *28*(2), 332-339. https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00094.1

Boydston, R.A., Nelson, H., & Chaves-Cordoba, B. (2018). Tolerance of chickpeas to postemergence broadleaf herbicides. *Weed Technology*, *32*(2), 190–194. https://doi.org/10.1017/wet.2017.99

Frenda, A.S., Ruisi, P., Saia, S., Frangipane, B., Di Miceli, G., Amato, G., & Giambalvo, D. (2013). The critical period of weed control in faba bean and chickpea in Mediterranean areas. *Weed Science*, *61*, 452–459. https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00137.1

Gaur, P.M., Jukanti, A.K., Samineni, S., Chaturvedi, S.K., Singh, S., Tripathi, S., Singh, I., Singh, G., Das, T.K., Aski, M., Mishra, N., Nadarajan N., & Gowda, C.L.L. (2013). Large genetic variability in chickpea for tolerance to herbicides imazethapyr and metribuzin. *Agronomy*, *3*, 524-536. https://doi.org/10.3390/agronomy3030524

Gill, G.S., & Bowran, D.G. (1990). Tolerance of wheat cultivars to metribuzin and implications for the control of *Bromus diandrus* and *B. rigidus* in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30, 373-378. https://doi.org/10.1071/EA9900373

Haskins, B. (2019). Using pre-emergent herbicides in conservation farming systems. NSW DPI, District Agronomist, Hillston. Broadacre unit. Accessed on: https://www.dpi.nsw.gov.au › winter-crops › general-information .

Hoseiny-Rad, M., & Jagannath, S. (2011). Effect of herbicide Imazethapyr (pursuitTM) on chickpea seed germination. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *44*(3), 224–230. https://doi.org/10.1080/03235400902952723

Izadi Drbandi, E., & Soleimani Pour, Z. (2014). Study the Effect of different concentrations of Metribuzin herbicide in soil on chickpea (*Cicer arietinum* L.), growth and nodulation. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 110*, 103-109. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/https://doi.org/10.22092/aj.2016.109342

Kleemann, S.G.L., & Gill, G.S. (2008). Applications of metribuzin for the control of rigid brome (*Bromus rigidus*) in no-till barley crops of Southern Australia. *Weed Technology*, *22*(1), 34-37. https://doi.org/10.1614/WT-07-017.1

Kleemann, S., Desbiolles, J., Gill, G., & Preston, C. (2015). Seeding systems and pre emergence herbicides. Accessed online 2021 at: https://grdc.com.au/.

Lyon, D.J., & Wilson, R.G. (2005). Chemical weed control in dryland and irrigated chickpea. *Weed Technology*, *19*(4), 959-965. https://doi.org/10.1614/WT-05-013R.1

Majnoon Hosseini, N. (1994). Effects of selective herbicides in weed managemnt of chickpea. Abstract of 3th Iranian Iranian Crop Science Congress. Tabriz, Iran. (In Persian with English Abstract)

Mousavi, K. (2009). Evaluation of some herbicides for weed control in chickpea, and their residual effects on wheat in the following season. *Iranian Journal of Field Crop Research*, *7*(1), 229-239. (In Persian with English Abstract).

Mousavi, K. (2010). Chemical weed control in autumn sowing of chickpea (*Cicer aretinum* L.) at Lorestan province. *Iranian Journal of Pulses Research*, *1*(2), 131-142. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.v1i2.9223

Mousavi, K. (2021). The best application time of Trifluralin for chikpea weeds control and evaluation of their residue on Triticum as next crop. Final Report of Research Project. Iranain Research Institute of Plant Protection, pp. 64. (In Persian with English Abstract)

Plew, J.N., Hill, G.D., & Dastgheib, F. (1994). Weed control in chickpeas (*Cicer arietinum*). Proceedings Agronomy Society of N. Z. 24.

Rainbow, R., & Derpsch, R. (2011). Advances in no-till farming technologies and soil compaction management in rainfed farming systems. p. 991–1014. In P. Tow, I. Cooper, I. Partridge and C. Birch, (Eds.) Rainfed Farming Systems. New York: Springer.

Roohi, A, Sohrabi, S., & Taherimoradi, H. (2019). Comparison of conservation and traditional planting of chikpea (*Cicer arietinum* L.) in highland and cold rigone of Kordestan. *Rainfed Pulses Promotion Magezine*, *2*(1), 31-40. (In Persian)

Sabaghpour, H. (2017). Economic aspect of chikpea. Radio intervew . Available at: http://radioeghtesad.ir/NewsDetail/?m=94105&n=57497. (In Persian)

Shafaghi, F., Montakhabi, K., Shahraeen, N., Veisi, M., Ashtari, S., & Alipanah, H. (2021). Chickpea Handbook (Pests, Diseases and Weeds). Iranian Research Institute of Plant Protection. p. 97. (In Persian)

Sheikhi Gorjan, A., Najafi, H., Abbasi, S., Azimi, H., & Moradi, M. (2021). Organic and chemical pesticide guide of Iran 2021. Raah Daan. pp. 514.

Taran, B., Holm, F., & Banniza, S. (2013). Response of chickpea cultivars to pre-and post-emergence herbicide applications. *Canadian Journal of Plant Science*, *93*, 279-286. https://doi.org/10.4141/cjps2012-167

Veisi, M., Mansoori, M.S., & Ghiasvand, M. (2019a). Study of Chikpea weed control possibility in Fall and Entezari planting. Final Report of Research Project. Iranian Research Institute of Plant Protection. pp. 54. (In Persian with English Abstract)

Veisi, M., Mansoori, M.S., & Jahedi, A. (2019b). Study of new herbicides in weed control of rainfed chikpea. Final Report of Research Project.Iranian Research Institute of Plant Protection. p. 62. (In Persian with English Abstract)